

## विशेष

डॉ. विवेक माँटेरो

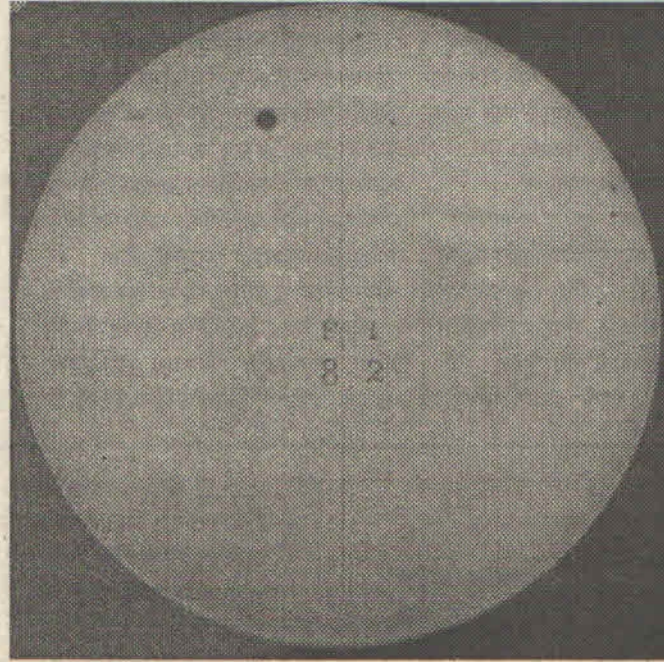
चला! विश्व मापू या!

# शुक्राचं अधिक्रमण

आकाशात गेले सव्वा शतक जी घटना घडली नाही, ती येत्या ८ जूनला घडणार आहे. शुक्राचं अधिक्रमण. सूर्यगोलावरून शुक्र हा ग्रह सरकत जाताना दिसणार आहे. खगोलशास्त्रज्ञांना अभ्यासाची पर्वणी आहेच, परंतु शालेय विद्यार्थ्यांनाही दगड, दोरी, छोटासा आरसा वापरून विश्वमापनाचे प्रयोग करण्यासाठी ही चांगली संधी आहे. त्यासाठी वाचा सातआठ लेखांची मालिका आणि सज्ज व्हा प्रयोग करायला!

गे त्या १२१ वर्षांमध्ये जे आकाशीचं नाट्य घडलेलं नाही आणि त्यामुळे आजघडीला ह्यात असलेल्या कुणीही ते पाहिलेलं नाही; ते नाट्य आठ जूनला आकाशात दिसणार आहे. आठ जून २००४ या दिवशी सूर्यगोलावरून शुक्र हा ग्रह सरकत जाताना दिसणार आहे. म्हणजेच शुक्राचं अधिक्रमण होणार आहे.

विज्ञानाच्या इतिहासात शुक्र अधिक्रमणाच्या घटनेला खास महत्त्व आहे. पृथ्वी-शुक्र-सूर्य एका सरळ रेषेत आल्यामुळे घडणारं हे अधिक्रमण जेव्हा १७६१ साली दिसलं होतं, तेव्हा पृथ्वी-सूर्य हे अंतर बऱ्याचशा अचूकतेने मोजण्याचा प्रयत्न झाला होता. हे अंतर म्हणजेच खगोलशास्त्रातलं महत्त्वाचं एकक अर्थात अॅस्ट्रॉनॉमिकल युनिट (AU) न्यूटनने मांडलेल्या सूर्यमालेच्या संकल्पनेत ज्या खगोलशास्त्रीय एककाची उणीव आहे, असं सर्व खगोलशास्त्रज्ञांना वाटत होतं तेच हे एकक. न्यूटन आणि गॅलिलिओसारख्या



सहा डिसेंबर १८८२ रोजी (म्हणजे १२१ पेक्षा जास्त वर्षापूर्वी) टिपलेले शुक्र अधिक्रमणाचं छायाचित्र.

श्रेष्ठ शास्त्रज्ञांनाही पृथ्वी-सूर्य हे अंतर किती आहे, या कोड्याचा उलगाडा झाला नव्हता. भल्याभल्यांना पेचात टाकणाऱ्या या कोड्याची उकल शुक्राच्या अधिक्रमण काळात होऊ शकते, अशी मांडणी एडमंड हॅले या शास्त्रज्ञाने एका शोधनिबंधात केली होती. शुक्राच्या अधिक्रमण काळात पृथ्वी-सूर्य अंतराचं मापन करता येईल, असं सांगून त्यासाठी उपयुक्त अशी पद्धतीची चर्चाही हॅलेने त्यात केली होती. हॅलेची ही जनमान्य पद्धत प्रामुख्याने काही क्लिष्ट व काटेकोर मापनांवर आधारलेली आहे. मापन झाल्यावर अत्यंत अवघड अशा गोलमितीचा (Spherical trigonometrical calculation) वापर या पद्धतीत अपरिहार्य

आहे. ही पद्धत शोधूनदेखील एडमंड हॅलेला पृथ्वी-सूर्य अंतर मोजण्याचं प्रत्यक्ष काम मात्र करता आलं नाही. याचं कारण असं, की एडमंड हॅलेच्या संपूर्ण हयातीत शुक्राच्या अधिक्रमणाची घटना घडलीच नाही.

एडमंड हॅलेची एक बात; तर ले जेन्टिलची आणखीच वेगळी! ले जेन्टिल हा फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञ. सहा जून १७६१ रोजी घडणारं शुक्राचं अधिक्रमण पाहावं,

निरीक्षण नोंदवावीत आणि हजारो वर्षे अनुत्तरीत असलेल्या कोड्याचा उलगाडा करावा, या हेतूने जशी अनेक शास्त्रज्ञ मंडळी धडपडत होती, तसाच ले जेन्टिल! ले जेन्टिल त्यासाठी पॅरिसहून निघाला तो पॉडिचेरी या फ्रेंच

वसाहतीत पोचण्यासाठी. पॉडिचेरीतून अधिक्रमण पाहावं, असा त्याचा हेतू होता. पण ब्रिटन आणि फ्रान्समध्ये चालू असलेल्या युद्धापायी ले जेन्टिलचं जहाज अडवलं गेलं आणि तो पॉडिचेरीपर्यंत पोचू शकला नाही. विश्वमापनाचं त्याचं स्वप्न सहा जून १७६१ ला काही प्रत्यक्षात येऊ शकलं नाही. मग त्यानं ठरवलं, की इथेच तळ ठोकून राहायचं. आठ वर्षांनी जेव्हा परत अधिक्रमण घडेल, तेव्हा पॉडिचेरीतून निरीक्षण नोंदवायची. असं एकदा ठरवल्यावर ले जेन्टिलने तिथेच एक छोटी वेधशाळा उभी केली आणि मधल्या काळात भारतीय खगोलशास्त्राचा अभ्यास केला. आठ वर्षे उलटली. तीन जून १७६९

चा दिवस आला. आकाशाकडे डोळे लावून बसलेल्या शास्त्रज्ञांमध्ये ले जेन्टिलही होता. पण शुक्राचं अधिक्रमण सुरू होण्याच्या अगदी काही घटकाआधीच आभाळ आलं. काळ्या ढगांनी सूर्य झाकोळून गेला. ले जेन्टिलचं स्वप्न पुन्हा एकदा अधुरंच राहिलं.

आता पुढचं अधिक्रमण १०५ वर्षांनंतर होणार होतं. अर्थातच फ्रान्सला परत जाण्यावाचून दुसरा कुठलाच पर्याय ले जेन्टिलपुढे उपलब्ध नव्हता. अधुरं स्वप्न सोबत घेऊन ले जेन्टिल फ्रान्सला परतला. त्याला कायदानुसार मृत घोषित करण्यात आलं होतं. विद्यापीठातील त्याची नोकरी गेली होतीच; पण त्याच्या मालमत्तेचाही एव्हाना लिलाव होऊन गेला होता. हे सारं का झालं; तर तो एका स्वप्नपूर्तीसाठी आठ वर्षे 'बेपत्ता' होता म्हणून! असो.

पृथ्वी-सूर्य अंतर शोधण्यासाठी अशी धडपड अगदी वर्षानुवर्षे चालत आलेली आहे. ज्या काळात ग्रीसमधील विद्वान मंडळी भूमितीच्या सिद्धान्ताची योग्य व्यवस्था लावण्याचे आव्हान पेलत होती, त्याच काळात अॅनॅक्सगोरस (Anaxagoras) या शास्त्रज्ञाच्या डोक्यात एक भन्नाट कल्पना रुंजी घालत होती. ती

कल्पना होती, भूमिती आणि खगोलशास्त्राचा एकत्र वापर करून विश्व मोजण्याची! या प्रयोगाची पाहिली पायरी म्हणून पृथ्वी-सूर्य अंतर आणि सूर्याचा आकार त्याला मोजायचा होता. पृथ्वी-सूर्य अंतर सुमारे ६५०० किमी आणि सूर्याचा व्यास सुमारे ६० किलोमीटर आहे, असं उत्तर त्याला मिळालं. आपण मांडलेली गणितं बिनचूक आहेत, याबद्दल अॅनॅक्सगोरसला पूर्ण खात्री होती. खरोखरच ही गणितं अगदी अचूक होती; पण दोन्ही उत्तरं साफ चुकली होती. गणित बरोबर असूनही उत्तर चुकण्यामागे एकच कारण होतं. ते असं, की 'पृथ्वी सपाट आहे' असं त्यानं गृहीत धरलं होतं. पुढे इरॅटोस्थेनस (Eratosthenes) या शास्त्रज्ञानं चुकीचं गृहीतक सुधारून घेतलं. 'पृथ्वी गोलाकार आहे' असं गृहीत धरून त्यानं दाखवून दिलं, की अॅनॅक्सगोरसचं ६५०० किमी हे उत्तर म्हणजे पृथ्वी-सूर्य अंतर नसून पृथ्वीची त्रिज्या आहे.

इ. स. पूर्व तिसऱ्या शतकात इरॅटोस्थेनस आणि त्याही आधी २०० वर्षे अॅनॅक्सगोरस यांच्यापासून चालत आलेला हा विश्वमापनासाठीच्या धडपडीचा प्रवास आज २१ व्या शतकापर्यंत येऊन ठेपला आहे. पृथ्वीचा आकार केवढा आहे, सूर्याचा

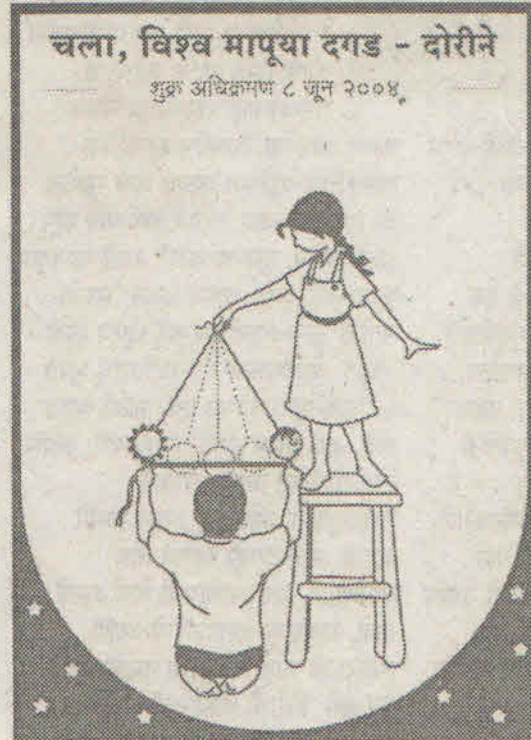
शास्त्रशुद्ध अंदाज बांधू शकेल. पृथ्वी-सूर्य अंतर मोजण्यासाठी आपण सात टप्प्यांचा प्रयोग करणार आहोत. हा प्रयोग चालू असताना आपल्याला पृथ्वी-सूर्य अंतर सूर्याच्या व्यासाच्या कितीपट आहे, सूर्याचा व्यास शुक्राच्या व्यासाच्या किती पट आहे, शुक्र प्रत्यक्ष मापापेक्षा किती मोठा दिसत आहे. या आणि अशा प्रश्नांची उकल करावी लागणार आहे. अर्थातच आपल्याला आठ जून २००४ रोजी घडणाऱ्या अधिक्रमण काळात सूर्याचं आणि शुक्राचं काटेकोर निरीक्षण करणं गरजेचं आहे. यासाठी सूर्याची सुस्पष्ट आणि पुरेशी मोठी प्रतिमा कशी मिळवायची आणि सात टप्प्यांचा प्रयोग कसा करायचा, हे आपण पुढील लेखांमधून पाहणार आहोत.

आठ जून २००४ रोजीचं शुक्र अधिक्रमण जगाच्या पुष्कळशा भागातून दिसणार आहे. ही संपूर्ण घटना अखळ्या भारतातून सकाळी दहा ते दुपारी चार या वेळात अनुभवता येऊ शकते. विश्वमापनासाठीची ही संधी गमावायची नसेल, तर आठ जून २००४ पर्यंत आपल्याला काही प्रयोग आणि गणिताच्या पुढील भागांची उजळणी मात्र करून ठेवावी लागणार आहे.

१. कोन म्हणजे काय? तो कसा मोजायचा?
२. दोन संख्यांचं गुणोत्तर कसं काढायचं?
३. त्रिकोणाच्या तीन कोनांची बेरीज किती?
४. समरूप त्रिकोण आणि त्यांचे गुणधर्म.
५. मोठाल्या संख्यांच्या आकडेमोडीचा सराव.
६. अप्रॉक्सिमेशनसचं महत्त्व.
७. पायथागोरसचा सिद्धान्त कोन, लांबी आणि काळ (वेळ) यांची जास्तीत जास्त अचूक मापने करून आपण विश्वाच्या आकाराच्या रहस्याला हात घालणार आहोत. विश्वास ठेवा, त्यासाठी आपण फक्त दगड आणि दोरीचा वापर करणार आहोत! ■

१

अनुवाद - अमृता वाळिंबे



आकार केवढा आहे, सूर्य किती दूर आहे. हे सारे प्रश्न विश्वमापनाच्या व्यापक संकल्पनेशी निगडित आहेत. या प्रश्नांची उत्तरेही खरेतर आता जगजाहीर आहेत. पण कुणा सामान्य माणसाला खराखुरा प्रयोग करून या तीनही प्रश्नांच्या उत्तरांच्या जवळपास पोचता येईल? शक्य आहे! प्रयोगशाळेतील महागडी किंवा अत्याधुनिक साधनं त्यासाठी लागणार नाहीत. क्लिष्ट स्वरूपाच्या गणित-विज्ञानात पारंगत असणं त्यासाठी अपरिहार्य नाही. ज्या कुणाला आठव्या इयत्तेपर्यंतच गणित येतं ते कुणीही दगड, दोरी, छोट्यासा आरसा वापरून विश्वमापनाशी संबंधित